

Ю.В. Луценко, к.т.н., доцент, заст. нач. каф., НУЦЗУ,
О.В. Миргород, к.т.н., с.н.с., доцент каф., НУЦЗУ

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ЗАХИСНОЇ ДІЇ ГАЗОЗАХИСНОГО СПЕЦОДЯГУ ПРИ ВПЛИВІ СУМІШІ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН В УМОВАХ ПОЖЕЖІ

(представлено д.н. Мізерські А.)

Вивчені закономірності тепломасоперенесення в газозахисному спецодязі при наявності в оточуючому середовищі декількох шкідливих речовин однонаправленої дії. Отримані аналітичні залежності для визначення коефіцієнту проникності матеріалів та часу захисної дії комплектів газозахисного спецодягу при впливі суміші токсичних речовин.

Ключові слова: час захисної дії, спеціальний захисний одяг, токсичні речовини.

Постановка проблеми. В практиці ведення робіт із ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій часто виникають ситуації, коли роботи проводяться в умовах із шкідливими газо-пароподібними речовинами. Тому, виникає необхідність застосування газозахисного спецодягу. Основні вимоги, які висуваються до цих костюмів: забезпечення протигазового захисту людини при наявності в оточуючому середовищі токсичних речовин з коефіцієнтом токсичної небезпеки до 10^3 одиниць (це відповідає, наприклад, масовій концентрації насичених парів хлорбензолу при температурі 20°C , рівної $53,6 \cdot 10^3 \text{ мг/м}^3$).

Однак, особливості впливу суміші токсичних речовин на основні параметри газозахисного спецодягу вивчені недостатньо, тому доцільно провести теоретичні дослідження з визначення коефіцієнту проникності матеріалів та часу захисної дії комплектів газозахисного спецодягу для означених умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті аналізу проблеми створення ефективного термозахисного одягу виявлено, що існуючі види спеціального захисного одягу (СЗО) не повною мірою забезпечують необхідний захист, а в окремих випадках створюють додаткові фактори небезпеки, зокрема при наявності в навколишньому середовищі токсичних речовин [1-6].

Постановка завдання та його вирішення. Одним із основних факторів, які характеризують захисну здатність газозахисного одягу, є коефіцієнт проникності матеріалу його оболонки. Чим більше коефіцієнт токсичної небезпеки середовища, тим менше повинен бути коефіцієнт проникності матеріалу оболонки.

Необхідно отримати аналітичні залежності для визначення коефі-

цієнту проникності матеріалів від площі поверхні СЗО, перепаду парціального тиску токсичної речовини та товщини пакету спецодягу $K_{\Pi} = q_v \delta / (S_k \cdot \Delta P)$.

При наявності в оточуючому середовищі однієї токсичної речовини [7]

$$K_{\text{ТН}} = C_{\text{В}} / C_{\text{Д}} \quad (1)$$

При наявності в оточуючому середовищі декількох шкідливих речовин однонаправленої дії

$$K_{\text{ТН}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{Bs}} / C_{\text{Дi}} = \sum_{i=1}^n K_{\text{ТНi}} \quad (2)$$

де n – кількість токсичних газів.

Дані приведеної таблиці показують, що найбільш небезпечним є наявність в оточуючому середовищі хлорбензолу ($K_{\text{ТН}}=334$), за яким слідує бензол, ацетон, сірководень, і т.п.

Коефіцієнт проникності матеріалу виражається наступними залежностями [8]:

$$K_{\Pi} = q_v \delta / (S_k \cdot \Delta P), \quad (3)$$

$$q_v = v_{\Pi} / \tau, \quad (4)$$

$$v_{\Pi} = v_{\text{В}} c_{\Pi} / 10^2, \quad (5)$$

$$c_{\Pi} = c_{\text{Д}} / (\rho_{\text{T}} \cdot 10^4), \quad (6)$$

$$\Delta P = 10^{-2} P_a (c_a - c_{\Pi} / 2), \quad (7)$$

де K_{Π} – коефіцієнт проникності; q_v – об'ємні витрати токсичної речовини, яка проникає крізь оболонку костюму, $\text{м}^3/\text{с}$; ΔP – перепад парціального тиску токсичної речовини по обидві сторони оболонки, Па; δ – товщина СЗО, м; v_{Π} – зведений об'єм токсичного газу, який проникає в підкостюмний простір, м^3 ; $v_{\text{В}}$ – об'єм повітря в підкостюмному просторі, м^3 ; c_{Π} – об'ємна частина токсичної речовини в підкостюмному просторі, яка відповідає значенню його ГПК, %; ρ_{T} – густина токсичної речовини, $\text{кг}/\text{м}^3$; P_a – атмосферний тиск, Па; $c_{\text{В}}$ – об'ємна частка токсичної речовини в оточуючому середовищі, %.

Для визначення впливу товщини оболонки або її багат шаровості на захисну здатність газозахисного одягу перетворюємо вираз (4) до наступного виду

$$q_v = K_{\Pi} S_k \Delta P / \delta. \quad (8)$$

Цей вираз показує, що при збільшенні товщини матеріалу оболонки пропорційно зменшуються об'ємні витрати токсичної речовини, яка проникає крізь неї. З урахуванням залежності (5), можна зробити висновок, що в цьому випадку пропорційно збільшується час захисної дії газозахисного костюму. Якщо оболонку костюму зробити не одношаровою, а двохшаровою, то її захисна здатність може збільшитись по меншій мірі в два рази. Наявність між шарами повітряного прошарку збільшує захисну здатність.

Залежність для розрахунку часу захисної дії газозахисного костюму при дії однієї токсичної речовини отримуємо, використовуючи вирази (4) і (5)

$$\tau = v_n \delta / (K_n S_k \Delta P), \quad (9)$$

Слід підкреслити, що час захисної дії газозахисного костюму представляє собою час, протягом якого вміст токсичної речовини в підкостюмному просторі досягає гранично припустимої концентрації.

Більш складною проблемою є визначення часу захисної дії газозахисного костюму при одночасному вмісті в оточуючому середовищі декількох токсичних газів однонаправленої дії. Для цього необхідно спочатку визначити час захисної дії костюму на основі експериментів або розрахунків по кожному із токсичних газів, які є в їх суміші в оточуючому середовищі.

При одночасному впливі n -ї кількості токсичних газів, припустиме накопичення їх в підкостюмному просторі визначається співвідношенням

$$C_{в1} / C_{д1} + C_{в2} / C_{д2} + \dots + C_{вn} / C_{дn} \leq 1. \quad (10)$$

Це співвідношення показує, що сума накопичених в підкостюмному просторі частин ГПК кожного із n токсичних газів не повинна перевищувати одиниці, яка тут характеризується повною умовною ГПК суміші цих токсичних газів. Правомірні наступні співвідношення:

$$v_1 = 1/\tau_1, \quad v_2 = 1/\tau_2, \quad v_n = 1/\tau_n, \quad (11)$$

де v_1, v_2, \dots, v_n – швидкість накопичення токсичного газу в підкостюмному просторі в частинах ГПК, c^{-1} ; $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ – час захисної дії костюму при ізольованому впливі кожного із n токсичних газів, с.

Співвідношення (11) показує, яка частина ГПК даного токсичного газу накопичується в підкостюмному просторі за 1 с при ізольованому впливі цього газу. Вважаючи проникнення токсичних газів в підкостюмний простір одночасним, приймаємо

$$v_c = v_{i\min}, \quad (12)$$

де v_c – загальна сумарна швидкість накопичення в підкостюмному просторі частин ГПК суміші токсичних газів, c^{-1} .

З урахуванням співвідношень (11, 12) і за аналогією з ними

$$v_c = \frac{1}{\tau_{\max}}, \quad (13)$$

де τ_{\max} – час захисної дії газозахисного спецодягу при одночасній дії декількох токсичних речовин, с; тобто, це час досягнення в підкостюмному просторі ГПК умовної суміші токсичних речовин.

Висновки. Вивчені закономірності тепломасоперенесення в газозахисному спецодязі при наявності в оточуючому середовищі декількох шкідливих речовин однонаправленої дії, на підставі яких отримані аналітичні залежності для визначення коефіцієнту проникності матеріалів від площі поверхні СЗО, перепаду парціального тиску токсичної речовини та товщини пакету спецодягу $K_{\Pi} = q_v \delta / (S_k \cdot \Delta P)$. Визначені аналітичні залежності часу захисної дії комплектів газозахисного спецодягу при впливі суміші токсичних речовин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Романов В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды / В.Е. Романов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 128 с.
2. Полька Т.О. Розробка підходів до створення раціональних пакетів термозахисного спецодягу пожежників / Т.О. Полька, М.В. Колосніченко // Вісник КДУТД. – 2001. – №1. – С. 58-61.
3. Колосніченко М.В. Методологічні підходи до обґрунтування тривалості захисної дії термозахисного спецодягу / М.В. Колосніченко // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2002. – №4. – С. 186-188.
4. Луценко Ю.В. Дослідження конвективного охолодження при проектуванні спецодягу з автономною системою життєзабезпечення / Ю.В.Луценко, О.Б.Васильев, Є.А.Яровий// Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУЦЗУ, 2014. – Вып. 35. – С. 146-150.
5. Луценко Ю.В. Визначення гранично-припустимих показників теплового стану людини при роботі в термозахисному спеціальному одязі / Ю.В. Луценко, С.О. Тюпін // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – Вып. 40. – С. 142-146.
6. Луценко Ю.В. Визначення параметрів системи охолодження в захисному спеціальному одязі рятувника / Ю.В. Луценко, Т.М. Курська // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУЦЗУ, 2017. – Вып. 41. – С. 108-111.

7. Куцын П.В. Охрана труда при разработке серосодержащих месторождений природных газов / П.В. Куцын, Г.Л. Гендель, Г.Н. Бабиев // М.: Недра, 1986. – 269 с.

8. Газопроницаемость // Бсэ. – М., 1971. – Т. 6. – С. 25-26.

Отримано редколлегиею 10.10.2017

Ю.В. Луценко, О.В. Миргород

Определение времени защитного действия газозащитной спецодежды при влиянии смеси токсичных веществ в условиях пожара

Изучены закономерности тепломассопереноса в газозащитной спецодежде при наличии в окружающей среде нескольких вредных веществ однонаправленного действия. Получены аналитические зависимости для определения коэффициента проницаемости материалов и времени защитного действия комплектов газозащитной спецодежды при влиянии смеси токсичных веществ.

Ключевые слова: время защитного действия, специальная защитная одежда, токсичные вещества.

Yu. Lutsenko, O. Mirgorod

Determination of the protective action time of gas protective clothing with the influence of a mixture of toxic substances in fire conditions

The laws of heat and mass transfer in gas protective clothing are studied in the presence of several harmful substances in the environment of unidirectional action. Analytical dependencies are obtained to determine the permeability coefficient of materials and the protective action time of sets of gas protective clothing with the influence of a mixture of toxic substances.

Keywords: time of protective action, special protective clothing, toxic substances.